



HAL
open science

Étude des niveaux inférieurs de ${}^6\text{Li}$ par la réaction ${}^7\text{Li}$ (${}^3\text{He}$, α) ${}^6\text{Li}$

J. Linck, I. Nicolas-Linck, R. Bilwes, D. Magnac-Valette

► **To cite this version:**

J. Linck, I. Nicolas-Linck, R. Bilwes, D. Magnac-Valette. Étude des niveaux inférieurs de ${}^6\text{Li}$ par la réaction ${}^7\text{Li}$ (${}^3\text{He}$, α) ${}^6\text{Li}$. *Journal de Physique*, 1963, 24 (11), pp.983-987. 10.1051/jphys:019630024011098301 . jpa-00205700

HAL Id: jpa-00205700

<https://hal.science/jpa-00205700>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉTUDE DES NIVEAUX INFÉRIEURS DE ${}^6\text{Li}$ PAR LA RÉACTION ${}^7\text{Li}({}^3\text{He}, \alpha){}^6\text{Li}$

Par J. LINCK, I. NICOLAS-LINCK, R. BILWES et M^{me} D. MAGNAC-VALETTE,
Département de Physique Corpusculaire, Centre de Recherches Nucléaires, Strasbourg.

Résumé. — Dans la suite des niveaux jusqu'à 5,5 MeV d'excitation dans ${}^6\text{Li}$ le niveau $T = 0$ à 4,52 MeV n'a pas été retrouvé à 90° et à basse énergie. Aux environs de 5,5 MeV on n'a trouvé qu'un seul niveau à $5,47 \pm 0,04$ MeV de 600 keV de large.

Abstract. — At low incident energy and 90° (lab. angle) the level at 4.52 MeV ($T = 0$) of ${}^6\text{Li}$ is not found. Only one level at 5.47 ± 0.04 MeV is seen in the neighborhood of 5.5 MeV.

Dans le cadre de l'étude de la triade isotopique ${}^6\text{He}$ ${}^6\text{Li}$ ${}^6\text{Be}$, nous avons essayé de préciser la position et la largeur des niveaux excités inférieurs de ${}^6\text{Li}$. Ceux-ci sont, en effet, moins bien connus que ne semblent le montrer les tables de Lauritsen-Ajzenberg.

A part les deux premiers niveaux de 2,184 et 3,560 MeV qui ont été confirmés par de nombreux auteurs, un niveau large à 4,52 MeV a été trouvé par diffusion inélastique de particules α de plus de 10 MeV [1], et dans la région de 5 MeV, les auteurs donnent un ou deux niveaux, mais ne sont d'accord, ni sur le spin isotopique, ni sur leur largeur [2, 2 bis, 3].

Les autres niveaux portés dans les tables ont été trouvés par Allen, Almquist et Bigham par la réaction ${}^7\text{Li}({}^3\text{He}, \alpha){}^6\text{Li}$ à 90° et à 750 et 900 keV d'énergie incidente [3].

La réaction ${}^7\text{Li}({}^3\text{He}, \alpha){}^6\text{Li}$ est une réaction très intéressante car elle a un bilan élevé

$$(Q = 13,325 \text{ MeV})$$

et ne présente aucune interdiction.

Nous avons repris son étude avec un spectrographe magnétique du type Buechner monitoré par un détecteur à semi-conducteur.

Techniques expérimentales. — *a)* Le faisceau incident est un faisceau de particules ${}^3\text{He}^+$ accélérées par un Van de Graaff de 5,5 MeV ; il est défini par déflexion à 90° par l'aimant associé à

l'accélérateur par deux systèmes de fentes, le premier est ouvert à 1 mm, le second définit un impact de $2 \times 0,25 \text{ mm}^2$ sur la cible.

Les énergies incidentes ont été déterminées à mieux que 0,1 %, le seuil de neutrons de la réaction ${}^7\text{Li}(pn){}^7\text{Be}$ servant d'étalonnage. La réaction a été étudiée dans un domaine d'énergie incidente de 5,400 MeV à 0,750 MeV.

b) La boîte de cibles est un cylindre de 39 cm de diamètre. Une cage de Faraday est montée à 0° pour la mesure du courant. Des détecteurs à semi-conducteurs peuvent être placés à 8 cm de la cible de 15° en 15°.

Le système de fentes de définition est isolé du fond de la boîte et peut être réglé en hauteur de l'extérieur avec un vis micrométrique au moyen d'un système coulissant à ressorts.

Nous avons travaillé avec un courant de 0,02 à 0,03 μA et admis une quantité d'électricité de 2 000 à 3 000 μC suivant l'expérience.

c) La cible utilisée est une couche de 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de Li_2O évaporée sur une couche de formvar + or ; elle correspond à une perte d'énergie de 19 keV pour des protons de 1,9 MeV et a constitué la cause principale de nos erreurs, car elle représente une cible moyennement épaisse pour des particules lourdes telles que ${}^3\text{He}$ et aux énergies incidentes utilisées.

Elle a été déplacée de 0,2 mm toutes les heures pour éviter qu'elle ne brûle sous l'impact du faisceau.

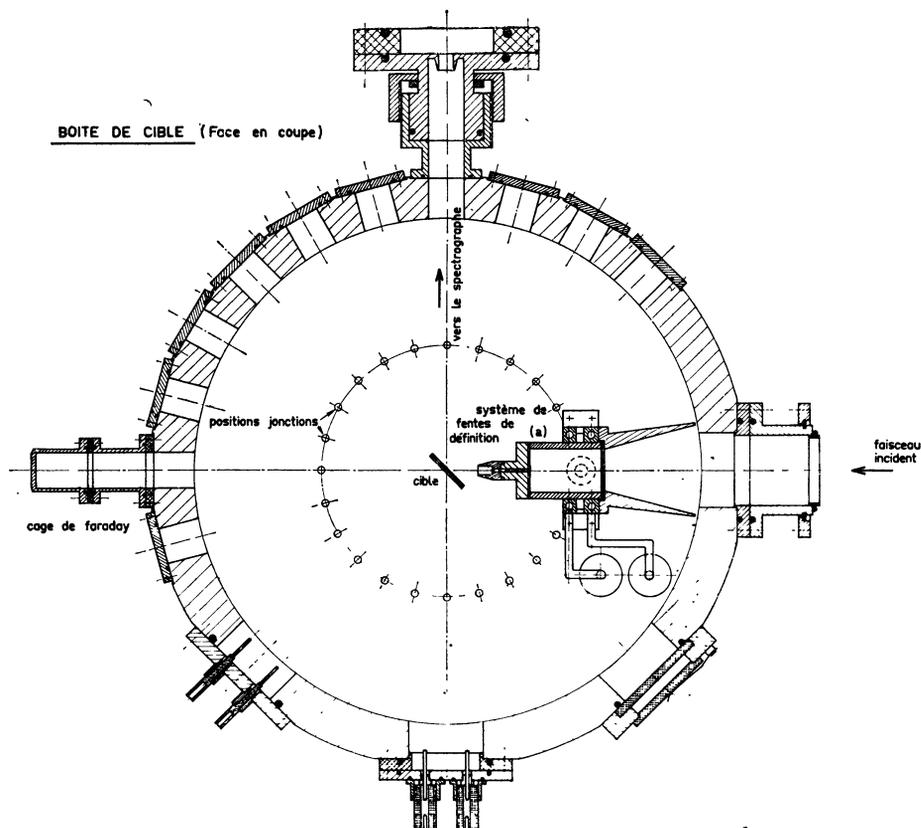


FIG. 1. — Boîte de cible vue d'en haut.

Les particules α émises par la cible sont détectées à 90° par le spectrographe magnétique et par un détecteur à semi-conducteurs placé symétriquement au spectrographe par rapport au faisceau.

d) Le détecteur à semi-conducteurs est une jonction Hughes SD 4 polarisée à 90 volts et associée à un analyseur d'amplitude TMC à 256 canaux.

La résolution obtenue, 2 à 3 % dans la région du niveau fondamental, est suffisante pour le but poursuivi : contrôler les résultats des spectres des plaques.

e) L'analyseur magnétique consiste en un champ magnétique stable à mieux que 10^{-4} et uniforme. Il est très important que le point d'impact du faisceau sur la cible soit toujours à la même hauteur et sur l'axe d'entrée du spectrographe. En l'alignant sur un axe réalisé par des repères fixes, nous avons défini sa position à 0,1 mm près. D'autre part, la largeur de l'impact du faisceau impose une limite supérieure de la résolution. Nous avons adopté comme largeur 0,25 mm, ce qui correspond à une limite supérieure de 1/1 600 pour la résolution.

Avec toutes les précautions que nous avons prises, la seule erreur importante est celle qui est due à l'épaisseur de la cible. En effet, le faisceau incident et le champ magnétique qui donnent une fluctuation en énergie de l'ordre de 10^{-4} , l'aberra-

tion de sphéricité et la dispersion angulaire donnent un élargissement du pic de 10^{-3} , la largeur de la surface bombardée qui limite la résolution à 1/1 600 à l'endroit de meilleure résolution et à 1/1 200 dans le cas le plus défavorable ont une contribution négligeable par rapport à l'élargissement des pics introduit par l'épaisseur de la cible ($5 \cdot 10^{-3}$ au minimum dans la région du niveau fondamental).

Aussi avons nous fait l'approximation suivante :

$$(\Delta E/E)_{\text{expérimental}} \simeq (\Delta E/E)_{\text{cible}}.$$

Résultats expérimentaux. — Nos spectres ont été obtenus à $92^\circ 36'$ à 5,100 ; 4,070 ; 3,052 MeV et à $91^\circ 46'$ à 2,036 ; 1,018 MeV.

Sur les spectres de plaques et de jonctions qui ont sensiblement la même allure avec une résolution dix fois moindre pour les derniers, on retrouve les pics correspondant au niveau fondamental et aux deux premiers niveaux excités sur un fond presque nul et un pic large vers 5,5 MeV d'excitation. Ce pic est caché en partie sur deux de nos spectres par le pic de la réaction de contamination $^{16}\text{O}(^3\text{He}, \alpha_0)^{15}\text{O}$. Nos spectres ne montrent aucun état excité vers 4,52 et 7,40 MeV d'excitation dans ^6Li . Nous avons refait à 0,750 et

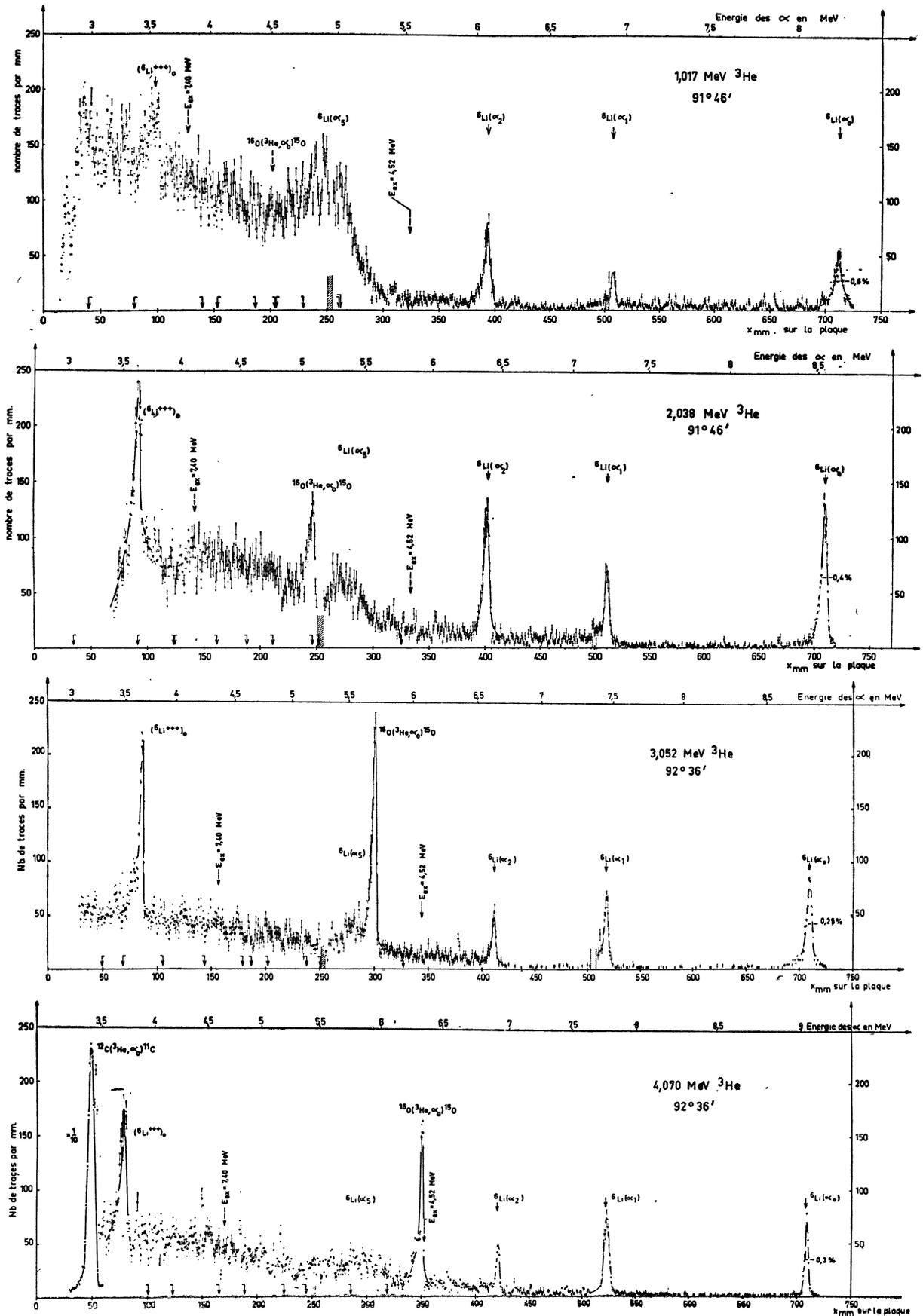


FIG. 2. — Spectres de la réaction ${}^7\text{Li}({}^3\text{He}, \alpha){}^4\text{He}$ obtenus à différentes énergies avec le spectrographe magnétique.

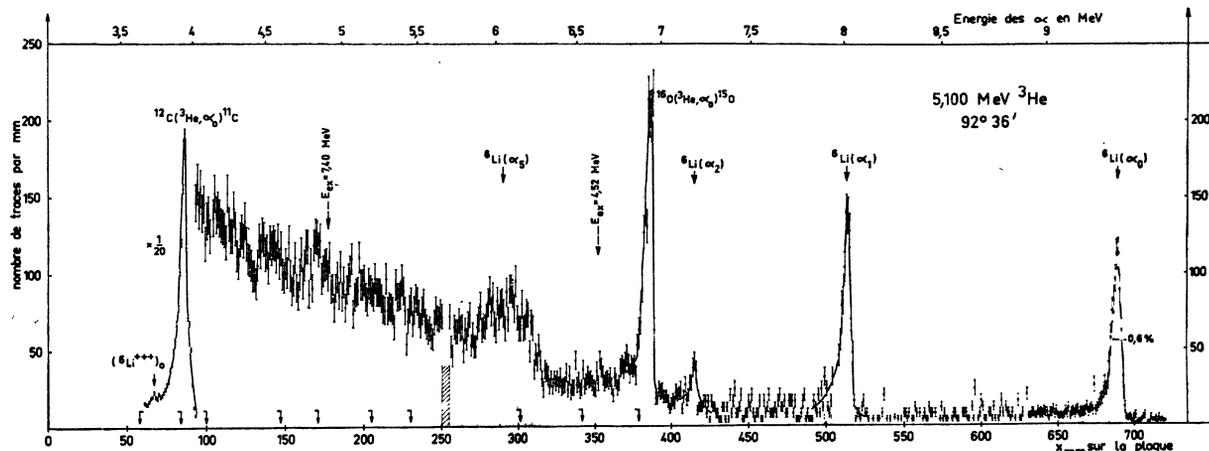


FIG. 3. — Spectre de la réaction étudiée obtenu au spectrographe magnétique à 5,100 MeV.

0,900 MeV les expériences d'Allen, Almquist et Bigham et nous obtenons toujours les mêmes résultats, c'est-à-dire aucun niveau à 4,52 ni à 7,40 MeV, mais avec un rendement plus faible et une résolution moins bonne que pour les autres énergies incidentes.

Le pic que nous avons trouvé dans la zone d'excitation de 4,52 MeV dans un travail préliminaire [8] était dû à une contamination et n'a pas été retrouvé par la suite.

Le fond important que l'on observe à partir de 4,5 MeV d'excitation est dû à des continus de réactions compétitives, notamment la désexcitation des noyaux de ${}^8\text{Be}$ et ${}^9\text{Be}$ par émission α .

NIVEAUX EXCITÉS DE ${}^6\text{Li}$	E	Γ
1 ^{er} niveau	$2,179 \pm 0,008$ MeV	< 40 keV
2 ^e niveau	$3,568 \pm 0,008$ MeV	< 40 keV
3 ^e niveau	non observé	
1 seul état vers 5,5 MeV	$5,47 \pm 0,04$ MeV	≈ 600 keV

Dans cette étude, nous avons retrouvé les niveaux déjà bien connus à 0 ($T = 0$), 2,184 ($T = 0$) et 3,560 ($T = 1$) et n'avons pu donner, à cause de l'épaisseur de notre cible, qu'une limite supérieure de leur largeur.

Les niveaux très larges de spin isobarique $T = 0$ à 4,52 et 5,5 MeV ont été supposés par Gallonsky et MacEllistrem pour rendre compte de la montée des courbes de diffusion résonante dans cette région ; ils se sont basés pour cette hypothèse sur le schéma d'Inglis qui suppose un couplage LS pur. Allen, Almquist et Bigham dont les expériences ont une résolution moindre que celle que nous avons obtenue et une statistique qui nous paraît insuffisante, ont admis, plutôt que prouvé, l'existence de ces niveaux. Seul Watters semble avoir

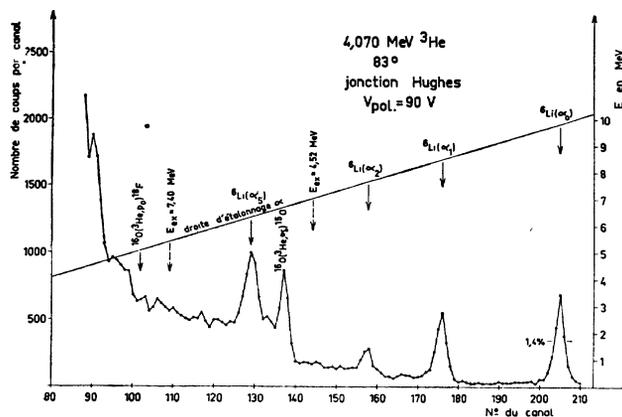


FIG. 4. — Spectre de contrôle obtenu avec un détecteur à semiconducteur à 4,070 MeV.

mis en évidence un niveau à 4,52 MeV par diffusion inélastique de particules α de 31,5 MeV.

Allen, Almquist et Bigham indiquent, d'autre part, un niveau mince $T = 1$ à 5,35 MeV qui correspondrait d'après eux au niveau à 1,71 MeV de ${}^6\text{He}$. Nous n'avons retrouvé ni ce niveau, ni celui très large à 5,5 MeV, mais tous nos spectres indiquent un niveau à $5,47 \pm 0,04$ MeV d'environ 600 keV de large, résultat qui semble confirmé par Hamburger et Cameron dans l'étude de la réaction ${}^7\text{Li}(d, t){}^6\text{Li}$ [4].

Il nous semble plus plausible d'attribuer à ce niveau de 5,47 MeV le spin isobarique $T = 1$ et de voir en lui le correspondant isobarique du niveau de 1,71 MeV de ${}^6\text{He}$ qui, lui aussi est large et se désexcite par tripartition [5, 6].

Conclusion. — 1° Ou bien la réaction qui conduit aux niveaux de 4,52 MeV ($T = 0$) et de 5,5 ($T = 0$) est une réaction de pick-up dont le rendement est nul aux environs de 90°.

2° Ou bien les niveaux de 4,52 et 5,5 MeV ($T = 0$) n'existent pas.

3° Ou bien il faut remettre en cause les schémas théoriques d'Inglis pour les niveaux de ${}^6\text{Li}$ qu'il donne pour le couplage intermédiaire (schéma 1, réf. [1]) et pour un couplage LS presque pur

(schéma 2, réf. [7]). Seul le couplage jj pourrait expliquer la non excitation d'un niveau sur un aussi grand domaine d'énergie. Nous étudions actuellement les distributions angulaires (cas 1) et nous cherchons à exciter les niveaux incriminés par d'autres réactions (cas 2).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] WATTERS, *Phys. Rev.*, 1956, **103**, 1763.
 [2] GALLONSKY et MACÉLLISTREM, *Phys. Rev.*, 1955, **98**, 590.
 [2 bis] SOKOLOV et al., *Sov. Phys.*, 1956, **3**, 740.
 [3] ALLEN, ALMQUIST et BIGHAM, *Phys. Rev.*, 1955, **99**, 631 A ; *Proc. of Phys. Soc.*, 1960, **75**, 913.
 [4] HAMBURGER et CAMERON, *Phys. Rev.*, 1960, **117**, 785.
 [5] SPYNS (J.), Thèse 3^e Cycle, Strasbourg, 1962.
 [6] SELTZ (R.), BILWES (R.), SPYNS (J.) et MAGNAC-VALETTE (M^{me} D.), Congrès de Padoue, 1962 (à paraître).
 [7] INGLIS, *Rev. Mod. Physics*, 1953, **25**, 390.
 [8] LINCK (I.), NICOLAS (I.), BILWES (R.) et MAGNAC-VALETTE (M^{me} D.), Étude de la réaction ${}^7\text{Li}({}^3\text{He}, \alpha){}^6\text{Li}$ aux environs de 5 MeV. *J. Physique Rad.*, 1961, **22**, 581.
-